

УДК 62-712

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

**В. С. Поздняков<sup>1</sup>, А. С. Колпаков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> mail.slava.ru@yandex.ru

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ способов повышения энергоэффективности аппаратов воздушного охлаждения природного газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Показано, что наиболее энергоэффективным решением является применение частотного привода вентиляторов аппаратов охлаждения.

**Ключевые слова:** аппараты воздушного охлаждения, природный газ, энергоэффективность, вентилятор, частотное регулирование

## IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF AIRCOOLING DEVICES FOR COMPRESSOR STATIONS OF MAIN GAS PIPELINES

**V. S. Pozdnyakov<sup>1</sup>, A. S. Kolpakov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> mail.slava.ru@yandex.ru

**Abstract.** A comparative analysis of the ways to improve the energy efficiency of natural gas air coolers at compressor stations of main gas pipelines is carried out. It is shown that the most energy-efficient solution is the use of a frequency drive of the cooling apparatus fans.

**Keywords:** air coolers, natural gas, energy efficiency, fan, frequency regulation

**С**амая большая в мире протяженность магистральных газопроводов РФ (175,2 тыс. км) определяет значительное количество

линейных компрессорных станций (254 шт.) и газоперекачивающих агрегатов (ГПА) (4253 шт.) в составе компрессорных цехов (748 шт.).

Компримирование газа ГПА — одна из основных операций при транспортировке природного газа по магистральным газопроводам, которая сопровождается повышением его температуры, и, как следствие, уменьшением пропускной способности газопровода, снижением эксплуатационной надежности начального участка газопровода и увеличением расхода газа на собственные нужды компрессорной станции. По этой причине в составе установок охлаждения газа (УОГ) применяют аппараты воздушного охлаждения (АВО) компримированного газа, вентиляторы которых потребляют 60–70 % (и более) общего электропотребления на его транспорт, что сказывается на показателях экономической деятельности линейных компрессорных станций.

Высокая затратность воздушного охлаждения, не имеющего альтернативы в силу географических и климатических факторов в зонах размещения газопроводов, требует энергоэффективных решений по эксплуатации АВО газа [2]. Повышение эффективности работы установок, осуществляющих охлаждение компримированного газа, является важным фактором экономии топливно-энергетических ресурсов, способствующим снижению себестоимости магистрального транспорта газа.

Тепловая мощность АВО газа определяется такими факторами, как расход и температура технологического газа после компримирования, степень загрязнения поверхности теплообменников и температура наружного воздуха. Для заданного режима транспорта газа первые три фактора могут рассматриваться как постоянные в отличие от суточных и сезонных колебаний температуры наружного воздуха, непосредственно влияющих на процесс охлаждения газа. Для обеспечения изменения температуры технологического газа в заданных пределах требуется эффективное регулирование охлаждающего эффекта АВО. Это обычно достигается изменением расхода через АВО охлаждающего воздуха, зависящего от количества одновременно работающих вентиляторов, частоты вращения их рабочих колес и угла «атаки» лопастей.

Типовая технология охлаждения компримированного газа, основанная на дискретном изменении расхода воздуха за счет включения (отключения) осевых вентиляторов в сочетании с сезонной регулировкой угла «атаки» их лопастей, имеет ряд существенных недостатков.

В состав установки охлаждения газа входит 12 и более секций АВО с двумя электроприводными вентиляторами в каждой секции. При отключении одного из вентиляторов из-за конструктивных особенностей АВО часть нагнетаемого воздуха возвращается через неработающий вентилятор, вызывая рециркуляцию нагретого воздуха и ухудшая охлаждающую способность теплообменника. Рециркуляция воздуха оказывает негативное влияние на энергоэффективность процесса охлаждения газа, увеличивая потери электрической энергии и снижение КПД установки в целом.

При достаточной интенсивности потока возможно вращение колеса неработающего вентилятора в обратную сторону. Последующий прямой пуск приводного двигателя, вращающегося в противофазе, вызывает ударные электрические и механические пусковые нагрузки, многократно превышающие номинально допустимые для системы двигатель-вентилятор и снижающие ее эксплуатационный ресурс.

При характерных значительных сезонных изменениях температуры наружного воздуха в диапазоне от  $+30$  до  $-45$  °С существенно меняется плотность воздуха, что вызывает колебания потребляемой электродвигателем мощности до 30 %. Согласование потребляемой вентилятором и располагаемой электродвигателем мощности с учетом сезонных колебаний температуры достигается перестройкой углов установки лопастей вентиляторов весной и осенью. При этом регулировка в силу дискретности компенсирует влияние температуры на режим работы АВО лишь частично.

Типовая схема дискретного управления режимами работы АВО имеет следствием неточность поддержания температуры газа и вызывает нерациональные затраты электроэнергии, поскольку включение вентиляторов АВО, потребляющих электроэнергию, часто не приводит к заметному снижению температуры компримированного газа. Оптимизация режима работы АВО газа, эксплуатируемых в условиях переменных нагрузок и колебаний температуры, может быть достигнута только за счет плавного регулирования АВО при частотном регулировании электропривода [3; 4] вентиляторов. В последнем случае на фоне прогнозируемой экономии электроэнергии следует ожидать и улучшения охлаждения газа за счет исключения рециркуляции нагретого воздуха, т. к. при частотном регулировании в работе находятся оба вентилятора секции, имеющие сниженную частоту вращения.

Сравнение эксплуатационных данных плавного и дискретного типов регулирования [3] обнаружило достижение существенной экономии электроэнергии применительно к УОГ промплощадки линейно-производственного управления магистральных линий (ЛПУ МГ) ООО «Газпром трансгаз Югорск» во всем диапазоне регулирования АВО газа со снижением потребляемой мощности до 46 % при эквивалентном уровне охлаждения (рис. 1).

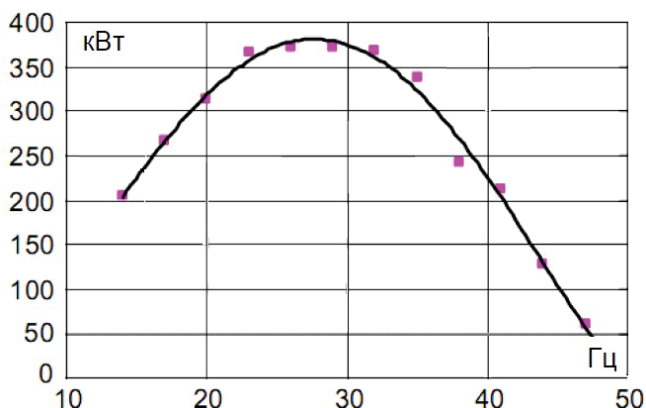


Рис. 1. Экономия потребляемой мощности электроприводами вентиляторов УОГ при частотном регулировании (построено по: [5])

УОГ состоит из 12 секций, единичная мощность электроприводов вентиляторов 37 кВт.

Вместе с тем следует отметить, что без замены существующих асинхронных двигателей на электроприводы серии АЧДР достижения такой экономии в долгосрочном плане ожидать не следует, поскольку снижение мощности стандартного привода при частотном регулировании более чем на 30 % ведет к перегреву обмоток и снижению ресурса, т. е. существует естественное ограничение по глубине регулирования снижением частоты вращения, которое может противоречить требуемой глубине охлаждения. Этот существенный эксплуатационный момент отмечается практически всеми ответственными производителями асинхронных двигателей.

По всей видимости, будет рациональным совместное использование частотного и дискретного регулирования, которое позволит энергетически эффективно управлять охлаждающей способностью АВО во всем диапазоне эксплуатационных режимов.

Следует отметить, что при этом многократное отключение вентиляторов при снижении нагрузки установки охлаждения не приведет к обычному снижению ресурса электропривода из-за высоких значений пускового тока, т. к. частотные регуляторы являются также устройствами плавного пуска, что расширяет область их эффективного применения.

### **Список источников**

1. Крупников А. В., Ваяншов А. Д., Январев И. А. Анализ эффективности регулирования режимов работы аппаратов воздушного охлаждения газа на компрессорных станциях // Хим. и нефтегазовое машиностроение. 2010. № 1. С. 20–23.

2. Алимов С. В., Лифанов В. А., Миатов О. Л. Аппараты воздушного охлаждения газа: опыт эксплуатации и пути совершенствования // Газовая пром-сть. 2006. № 6. С. 54–57.

3. Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов в системах воздушного охлаждения компримированного газа / И. И. Аршакян [и др.] // Электроприводы переменного тока : тр. Междунаро-д. XIII науч.-техн. конф. (Екатеринбург, 15–18 марта 2005 г.). Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. С. 289–292.

4. Аршакян И. И., Тримбач А. А. Повышение эффективности работы установок охлаждения газа // Газовая пром-сть. 2006. № 12. С. 52–55.

5. Ресурсосберегающая технология охлаждения газа на компрессорных станциях / И. И. Артюхов [и др.] // Вестник СГТУ. 2011. № 1 (54), вып. 3. С. 25–32.